

L4 ANSWER 1 OF 3 WPINDEX COPYRIGHT 2001 DERWENT INFORMATION LTD
AN 2000-000598 [01] WPINDEX

DNN N2000-000542

TI Resistive current limiter - uses meander-type strip form superconducting material divided into part-strips within one or several length sections of conductor material over a part of its length.

DC X12 X13

IN NIES, R

PA (SIEI) SIEMENS AG

CYC 1

PI DE 19827225 C1 19991202 (200001)* 4p H02H009-02 <--

✓ ADT DE 19827225 C1 DE 1998-19827225 19980618

PRAI DE 1998-19827225 19980618

IC ICM H02H009-02

ICS H01B012-02; H01C007-13; H01L039-16

AB DE 19827225 C UPAB: 20000124

A resistive current limiter includes at least one meander- shape strip-form conductor made of superconducting material which is divided over part of its length into two or several part-strips (7a-d). The strip form conductor (1,8) is divided into two or several part-strips (7a-d) specifically within one or several length- sections (6,9).

The part-strips (7a-d) are specifically designed so that all the part-strips mainly have the same electrical resistance in the normal conducting state, and all the part- strips have the same length and/or width and/or thickness.

ADVANTAGE - Capable of carrying high currents without the danger of local over heating.

Dwg.1/2

FS EPI

FA AB; GI

MC EPI: X12-C05; X12-D06A; X12-H01A3; X13-C03B1



① BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 198 27 225 C 1

⑤ Int. Cl.⁸:
H 02 H 9/02
H 01 B 12/02
H 01 C 7/19
H 01 L 39/16

② Aktenzeichen: 198 27 225.1-32
③ Anmeldetag: 18. 6. 98
④ Offenlegungstag: --
⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 12. 99

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦ Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

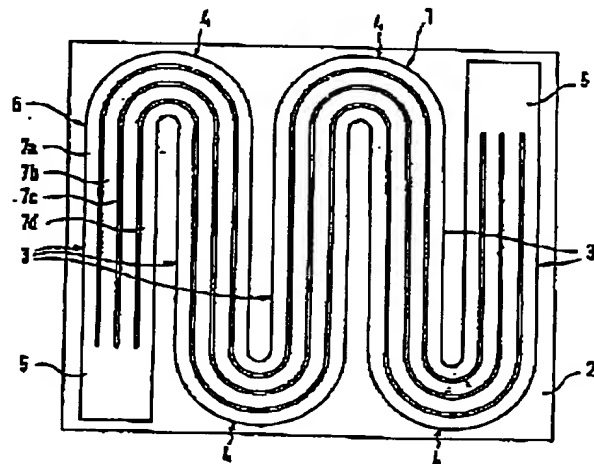
⑧ Erfinder:
Nies, Rainer, 91054 Erlangen, DE

⑨ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:
DE 41 18 984 A1

DE 198 27 225 C 1

⑤ Resistiver Strombegrenzer

⑥ Resistiver Strombegrenzer, mit mindestens einem mä-
anderförmigen Streifenleiter aus supraleitendem Materi-
al, wobei der Streifenleiter (1, 8) über einen Teil seiner
Länge in zwei oder mehrere Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d,
10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) getrennt ist.



DE 198 27 225 C 1

DE 198 27 225 C 1

1

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen resistiven Strombegrenzer, mit mindestens einem mäanderförmig angeordneten Leiter aus supraleitendem Material.

Derartige resistive Strombegrenzer sind beispielsweise aus DE 41 19 984 A1 bekannt. Sie bestehen im wesentlichen aus einem Leiter aus supraleitendem Material, welcher zusätzlich auf seiner gesamten Länge mit einem metallischen Leiter elektrisch leitend verbunden sein kann (Paralleler). Dies kann z. B. dadurch geschehen, daß der Supraleiter mit einer metallischen Deckschicht versehen ist oder auf einem metallischen Träger aufgebracht ist. Bei letzterem kann es notwendig sein, zwischen Metallträger und Supraleiter noch eine oder mehrere Pufferschichten aufzubringen. Der Supraleiter kann auch von dem metallischen Leiter umhüllt sein oder diesen in seinem Inneren enthalten. Ein solches Strombegrenzerelement wird seriell in den zu schützenden elektrischen Stromkreis geschaltet und auf eine Temperatur unterhalb der kritischen Temperatur des Supraleiters abgekühlt, so daß der über den Supraleiter zu fließende Nennstrom ohne ohmsche Verluste fließen kann. Tritt nun im Stromkreis ein Kurzschluß auf, so geht der Supraleiter selbständig vom supraleitenden in den normalleitenden Zustand über. Dies resultiert aus dem schlagartigen Ansteigen des über den Supraleiter fließenden Stroms, wobei der Supraleiter bei Überschreiten seines kritischen Stroms seine supraleitende Eigenschaft verliert. Durch den nun vorhandenen Widerstand wird der Kurzschlußstrom begrenzt, wobei der begrenzte Strom im Supraleiter selbst und – sofern vorhanden – auch im metallischen Paralleler fließt. Das Strombegrenzerelement wird dabei auch aufgrund der ohmschen Heizung stark erwärmt. Das Ansprechen des Strombegrenzers erfolgt innerhalb von Bruchteilen einer Millisekunde bis wenigen Millisekunden, wodurch alle anderen in Stromkreis liegenden Betriebsmittel wesentlich geringer belastet werden und folglich für wesentlich geringere Kurzschlußströme ausgelegt werden können. Nachdem der Kurzschluß mittels konventioneller Schalter aus dem Stromkreis geschaltet wurde, kann der Supraleiter wieder zurückkühlen und steht für einen erneuten Begrenzungsvorgang zur Verfügung. Ein derartiger Strombegrenzer stellt also eine schnellgreifende selbstgenerierende Sicherung dar.

Um die notwendige Spannungsfestigkeit zu gewährleisten muß der Leiter eine Mindestlänge aufweisen, die von weniger als einem Meter bis mehrere 100 Meter betragen kann. Benutzt man als Leiterelement supraleitende Platten, so ist hierbei eine mäanderförmige Strukturierung des Leiters in Streifen besonders geeignet. Da der Strom im Bereich der Leiterwendungen des Mäanders im Begrenzungsfall vor allem nahe der Innenkante fließt, ergeben sich aber aus der mäanderförmigen Strukturierung Probleme dahingehend, daß lokal stark erhöhte Stromdichten auftreten. Diese können durch hier nicht näher zu bezeichnende Effekte zur Beschädigung des Supraleiters und/oder des metallischen Parallelers führen. Wenngleich sich eine Verbesserung dadurch erzielen läßt, daß die Leiterwendung nicht eckig, sondern als gerundete Biegung ausgeführt wird, läßt sich das genannte Problem trotz allem nicht in befriedigendem Maße beseitigen.

Der Erfindung liegt somit das Problem zugrunde, einen Strombegrenzer anzugeben, über den hohe Ströme ohne die Gefahr einer lokalen Überhitzung geführt werden können.

Zur Lösung dieses Problems ist bei einem resistiven Strombegrenzer der eingangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Streifenleiter über einen Teil seiner Länge in zwei oder mehrere Teilstreifen getrennt ist.

Durch die erfindungsgemäße Aufteilung in zwei oder

2

mehrere Teilstreifen wird erreicht, daß im Begrenzungsfall der Unterschied der lokalen Stromdichten im Wendungsbereich zwischen Innen- und Außenkante eines jeden Teilstreifens geringer ist, als beim ungeteilten einstückigen Streifenleiter. Der Strom verteilt sich also homogener auf den Wendungsbereich und extreme Spitzenstromdichten werden vermieden. Das Strombegrenzerelement wird somit nicht beschädigt.

Erfindungsgemäß kann der Streifenleiter innerhalb eines einzigen Längenabschnitts in zwei oder mehrere Teilstreifen getrennt sein, das heißt, der Streifenleiter ist im wesentlichen über seine gesamte Länge – abgesehen von den an den Leiterenden vorgesehenen Kontaktflächen – in die Teilstreifen aufgetrennt. Alternativ hierzu besteht auch die Möglichkeit, den Streifenleiter innerhalb mehrerer Längenabschnitte in zwei oder mehrere Teilstreifen zu trennen, wobei zwischen diesen Längenabschnitten ungetrennte Leiterabschnitte vorgesehen sind. Diese sollten vorzugsweise den selben Leiterquerschnitt und somit bei gleicher Dicke die gleiche Gesamtbreite aufweisen wie die Summe der Teilstreifen. Bei beiden Ausführungen können herstellungsbedingte Leiterinhomogenitäten ausgeglichen werden. Die zweite Ausführung kann sich hierbei als besonders vorteilhaft erweisen, da sich der Strom auf den ungetrennten Teilstücken zwischen den einzelnen Teilstreifen zusätzlich umverteilen kann.

Um eine möglichst gleichmäßige Verteilung des Stroms auf die Teilstreifen zu ermöglichen, kann erfindungsgemäß vorgesehen sein, daß die Ausbildung der Teilstreifen derart ist, daß alle Teilstreifen im normalleitenden Zustand im wesentlichen den gleichen elektrischen Widerstand aufweisen. Um insbesondere dieses Ziel zu erreichen, können erfindungsgemäß alle Teilstreifen die gleiche Länge und/oder Breite und/oder Dicke aufweisen. Dabei sollte die Breite der Teilstreifen zwischen 0,5 mm und 100 mm und ihr Abstand zwischen 0,001 mm und 10 mm liegen, die Dicke des Streifenleiters liegt im Bereich weniger um bis wenige mm. Die letztendliche Dimensionierung hängt von der zu erreichenden Stromtragfähigkeit, also dem Nennstrom, der über den Strombegrenzer geführt werden soll, ab und wird im Bedarfsfall entsprechend gewählt. Selbstverständlich können die angegebenen Grenzen auch über- oder unterschritten werden, sofern dies im Bedarfsfall erforderlich ist.

Zweckmäßigerweise sollten der oder die Längenabschnitte, innerhalb welchem oder welcher die Teilstreifen ausgebildet sind, eine ungerade Anzahl von Leitersechsecken mit daran anschließenden Leiterwendungen umfassen, da auf diese Weise insbesondere eine gleiche Länge der Teilstreifen und damit ein gleicher elektrischer Widerstand – bei ebenfalls gleicher Teilstreifenbreite – erreichbar ist.

Der erfindungsgemäß strukturierte Streifenleiter des Strombegrenzers kann aus einem metallischen Supraleiter bestehen, der infolge seiner niedrigen Sprungtemperaturen auf Temperaturen von -250°C und niedriger gekühlt werden muß. Vorteilhaft ist jedoch der Einsatz eines keramischen Hochtemperatur-Supraleiters, insbesondere auf Basis eines Cuprats, für welchen eine Kühlung mit flüssigem Stickstoff bei -196°C ausreichend ist.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus den im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispielen sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 einen auf einem Trägermaterial aufgetragenen Streifenleiter einer ersten Ausführungsform, und

Fig. 2 einen auf einem Trägermaterial aufgetragenen Streifenleiter einer zweiten Ausführungsform.

Fig. 1 zeigt als wesentlichen Teil eines resistiven Strombegrenzers einen Streifenleiter 1 einer ersten Ausführungsform, der auf einer Substratplatte 2 abgeschieden ist. Der

DE 198 27 225 C 1

3

Streifenleiter 1 kann beispielsweise aus einem keramischen Hochtemperatursupraleiter, z. B. Yttrium-Barium-Kupferoxid bestehen, auf dem eventuell noch eine Deckschicht aus Edelmetall abgeschieden ist. Der Streifenleiter 1 ist ersichtlich mäanderförmig strukturiert und weist fünf längere Leiterschlenkel 3 auf, die über gebogene Leiterwindungen 4 miteinander verbunden sind. An den Enden des Streifenleiters 1 sind Kontaktflächen 5 vorgesehen, an welchen der über den Streifenleiter 1 zu führende Strom ein- bzw. ausgekoppelt wird. Es können aber auch mehrere solcher Platten 10 über die Kontaktflächen 5 miteinander verschaltet werden, um eine höhere Schaltleistung zu erreichen.

Wie Fig. 1 zu entnehmen ist, ist der Streifenleiter 1 über einen einzigen Längenabschnitt 6 in insgesamt vier Teilstreifen 7a, 7b, 7c, 7d unterteilt. Die jeweilige wendende Ausnehmung zwischen den Teilstreifen ist an ihren Enden gerundet. Jeder Teilstreifen 7a-7d ist folglich ebenfalls mäanderförmig strukturiert und weist entsprechende Leiterschlenkel und Leiterwindungen auf. Der an einer Kontaktfläche 5 zugeführte Strom verteilt sich im wesentlichen gleichmäßig auf die Teilstreifen 7a-7d, da diese bei der in Fig. 1 gezeigten Konfiguration alle die gleiche Länge und Breite besitzen und alle im wesentlichen den gleichen elektrischen Widerstand aufweisen. Infolge der homogenen Aufteilung des geführten Stromes auf den Wendungsbereich werden lokal überhöhte Stromdichten insbesondere an den Innenseiten der Leiterbiegungen jedes Teilstreifens 7a-7d, die zu einer Zerstörung des Streifenleiters 1 führen können, vermieden. Der Leiterabschnitt 6 umfaßt insgesamt fünf Leiterschlenkel 3, also eine ungerade Anzahl, was hinsichtlich der Ausbildung von gleich langen Teilstreifen von Vorteil ist.

Fig. 2 zeigt eine zweite erfindungsgemäße Ausgestaltung eines Streifenleiters 8. Im Unterschied zum vorher beschriebenen Streifenleiter weist dieser zwei Längenabschnitte 9 auf, innerhalb welcher der Streifenleiter 8 in mehrere Teilstreifen 10a, 10b, 10c, 10d bzw. 11a, 11b, 11c, 11d unterteilt ist. Auch hier besitzen die Teilstreifen 10a-10d bzw. 11a-11d die gleiche Länge und Breite, also den gleichen elektrischen Widerstand. Zwischen den Längenabschnitten 9 ist ein einstückiger Leiterabschnitt 13 vorhanden, der den gleichen Leiterquerschnitt besitzt, d. h. bei gleicher Dicke die gleiche Breite wie die Summe der Teilstreifen. Innerhalb dieses ungeteilten Leiterabschnitts ist eine Umverteilung des Stromes möglich, so daß herstellungsbedingte Inhomogenitäten des Leiters noch besser ausgeglichen werden können als beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1.

Die Erfindung ist nicht auf die dargestellten Ausführungsbeispiele beschränkt. So kann insbesondere der Streifenleiter länger ausgebildet sein, das heißt, es können mehrere als die beschriebenen Leiterschlenkel und Leiterwindungen vorgesehen sein. In diesem Fall können dann auch entsprechend mehrere Längenabschnitte, innerhalb welcher die Teilstreifen realisiert sind, vorgesehen sein. Daneben kann der Mäander auch mit eckigen Leiterwindungen ausgeführt sein.

Patentansprüche

1. Resistiver Strombegrenzer, mit mindestens einem mäanderförmigen Streifenleiter aus supraleitendem Material, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifenleiter (1, 8) über einen Teil seiner Länge in zwei oder mehrere Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) getrennt ist.
2. Strombegrenzer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifenleiter (1, 8) innerhalb eines oder mehrerer Längenabschnitte (6, 9) in zwei oder mehrere Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d,

4

11a, 11b, 11c, 11d) getrennt ist.

3. Strombegrenzer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausbildung der Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) derart ist, daß alle Teilstreifen im normalleitenden Zustand im wesentlichen den gleichen elektrischen Widerstand aufweisen.

4. Strombegrenzer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß alle Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) die gleiche Länge und/oder Breite und/oder Dicke aufweisen.

5. Strombegrenzer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite der Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) zwischen 0,5 mm und 100 mm liegt.

6. Strombegrenzer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand der Teilstreifen (...) 0,001 bis 10 mm beträgt.

7. Strombegrenzer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Teilstreifen (...) derart bemessen sind, daß die Summe ihrer Querschnitte im wesentlichen dem Querschnitt der nicht geteilten Leiterabschnitte entspricht.

8. Strombegrenzer nach einem der Ansprüche 2 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der oder die Längenabschnitte (6, 9), innerhalb welchem oder welcher die Teilstreifen (7a, 7b, 7c, 7d, 10a, 10b, 10c, 10d, 11a, 11b, 11c, 11d) ausgebildet sind, eine ungerade Anzahl von Leiterschlenkeln (3, 12) umfassen.

9. Strombegrenzer nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß bei mehreren Leiterabschnitten (9) jeder Abschnitt nur einen Leiterschlenkel (12) und zwei daran anschließende Leiterwindungen, insbesondere Leiterbögen umfaßt.

10. Strombegrenzer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Supraleiter ein Hochtemperatur-Supraleiter ist.

11. Strombegrenzer nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß es ein Hochtemperatur-Supraleiter auf Basis eines Cuprats ist.

Hierzu 1 Seiten Zeichnungen

ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:
Int. Cl.⁶
Veröffentlichungstag:

DE 198 27 225 C1
H 02 H 9/02
2. Dezember 1999

